天然植物提取物在动物氧化应激中的研究概况

萨茹丽[1]　杨　斌[2*]　敖长金[1]

（1.内蒙古农业大学动物科学学院，呼和浩特 010018；2.内蒙古自治区农牧业科学院兽医研究所，呼和浩特 010031）

摘　要：在畜牧业转型升级、畜禽标准化规模化养殖模式持续推进的大形势下，如何减少和控制动物机体的氧化应激已经成为我国畜牧业亟待解决的问题之一。与化学合成药物相比，天然植物提取物具有安全高效、残留及毒副作用小等优点，其作为畜禽抗氧化应激剂在减少畜禽疾病、提高生产性能等方面具有重大的研究价值和开发潜力。本文通过对天然植物提取物中抗氧化应激活性成分及其作用途径进行归纳与综述，旨在为天然抗氧化应激活性成分以及畜禽抗氧化应激剂的研究与开发提供参考。

关键词：植物提取物；抗应激；氧化应激

中图分类号：S826；S816.7　　文献标识码：A　　文章编号：

应激（stress）一词最早是由加拿大病理学家 Hands Selye 所提出，Hands Selye 指出应激是机体对内外非特异性、异常的胁迫因子刺激所产生的非特异性应答的总和。当动物机体受到外界刺激时，体内会产生以交感神经系统兴奋和下丘脑-垂体-肾上腺轴（PHA）分泌肾上腺皮质激素增多为主要表现的一系列神经内分泌反应，并由此而进一步导致各个组织器官功能代谢改变，发生一系列生物学反应[1-2]。在自然界中造成机体发生应激反应的应激源有很多，如环境温度、电击辐射、营养不良、刺激过度、不良情绪等，但并非所有应激对机体都是有害的，应激存在于生命的每一个环节，生物体的进化和发展就是各种应

收稿日期：2017-12-11

基金项目：国家自然科学基金青年科学基金项目（31601961）；内蒙古自治区自然科学基金项目（2016BS（LH）0301）

作者简介：萨茹丽（1986-），女，蒙古族，内蒙古兴安盟人，讲师，博士，从事动物营养与畜产品品质研究。E-mail： qisaruli@126.com

*通信作者：杨　斌，助理研究员，E-mail： yangbin@imaaahs.ac.cn

激源综合作用的结果，只有过度强烈的应激会影响机体健康、诱发多种疾病、加速机体的衰老甚至死亡[3-4]。

研究发现，当应激反应发生时，体内活性氧自由基（ROS）等高活性分子产生增多，过多的 ROS 势必造成机体氧化和抗氧化系统失衡，进而发生氧化应激。在正常情况下，机体代谢产生的微量 ROS 对维持细胞正常功能是有一定积极作用的，但是当机体处于氧化应激状态时，机体会产生过量的 ROS，这些过多的 ROS 会诱导细胞损伤、凋亡和坏死[5]，因此氧化应激也被认为是多种疾病发生的重要病理机制之一。

1. 畜禽氧化应激研究概况

随着经济发展速度的加快、人民物质生活水平的提高、社会对食品安全关注度的加强、资源环境约束的趋紧，集约化规模化养殖模式取代传统的饲养模式已经成为必然的趋势。集约化养殖模式虽然有利于实现农畜产品的大批量、标准化生产，但集约化养殖中极易因人畜互作、饲养管理不规范、饲料质量不稳定、频繁免疫注射、养殖密度过大等因素使畜禽发生不同程度的氧化应激反应，严重影响畜禽的健康，给养殖业造成巨大的经济损失。关于家畜体内氧化应激的原因、过程、危害以及作用机理的研究最初是在人类体内抗氧化应激研究的基础上借鉴、深入、补充完善的。目前，动物体内应激所导致的生产问题已经成为制约养殖业飞速发展的重要因素之一。

畜禽在养殖过程中发生的氧化应激，往往导致畜禽饲料转化率降低、生产性能下降、长途运输和候宰期间掉膘严重，幼畜或雏禽则表现为成活率低、发育不良、生长停滞等。氧化应激对畜禽造成的不良反应中对生产性能、肠道健康及肉品质的影响尤为严重。为清除机体因氧化应激而产生的大量自由基，机体将消耗大量具有抗氧化能力的维生素和微量元素，最终影响到免疫系统的正常发育，造成畜禽抗病能力下降、疾病多发甚至死亡。动物围产期氧化应激的出现，使得本来用以合成乳汁、蛋等生产性能的能量转向进行抗氧化物质的合成，使生产效率降低，同时还会因为氧化物质的积累导致奶、蛋品质降低[6]。研究发现氧化应激产生的过量活 ROS 会损伤奶牛乳腺细胞，使细胞老化、凋亡，引发乳房炎，如果此时氧化应激继续加强，还会进一步加重乳房炎的发展[7]。此外，研究人员还发现氧化应激对母猪[8]、蛋鸭[9]、种鸡[10]的繁殖性能同样会产生严重影响。氧化应激还可使肉仔鸡空肠的绒毛高度显著降低，隐窝深度显著增加并且使得绒毛高度与隐窝深度的比值显著降低[11]。氧化应激对畜禽肉品质的影响已有较多的研究报道[12-13]，特别是氧化应激造成的脂肪及蛋白质氧化。氧化

应激对宰后胴体温度以及肉的 pH、色泽及保水性、剪切力等肉品质指标均有显著的负面影响[14]。

在饲料中添加抗氧化剂可有效减少氧化应激所导致的一系列不良后果，满达等[14]报道，在绵羊饲粮中添加抗氧化应激物质能够有效提高机体的抗氧化水平，改善羊肉品质，延长鲜肉的保存时间。目前研究的抗氧化剂主要分为三大类：第 1 类是抗氧化酶制剂，如超氧化物歧化酶（SOD）、谷胱甘肽过氧化物酶（GSH-Px）、过氧化氢酶（CAT）等，这些酶属于存在于细胞膜和细胞器膜上的特异性清除自由基的酶，能够有效消除相应的自由基，从而起到抑制脂质过氧化的作用[15]，这些酶制剂虽然效果较好，但其成本较高，操作要求严格，无法大规模使用于畜禽养殖业。第 2 类是非酶类人工合成的抗氧化剂，包括乙氧基喹啉（EMQ）、二丁基羟基甲苯（BHT）、丁基羟基茴香醚（BHA）以及维生素 A、维生素 E、维生素 C、α-硫辛酸、β-胡萝卜素等。这些抗氧化剂有些已经运用于畜牧业生产当中，这些抗氧化剂添加入动物饲粮中不仅可以起到防止饲粮中营养元素氧化变质的作用，同时还可以降低或防止机体内的氧化应激，但其添加量以及药物残留、安全问题也不容忽视。这一类抗氧化剂是否会重蹈抗生素的覆辙造成更为严重的后果目前还不能确定。第 3 类是天然植物提取物，如多糖类化合物、多酚类化合物、皂甙类化合物、氨基酸类化合物等，天然植物提取物具有生物活性高、毒副作用小、残留率低、开发投入较少、产品附加值大、市场需求大等优势，正成为抗畜禽氧化应激研究的热点。

2. 天然植物提取物抗氧化应激能力研究概况

“2015 年诺贝尔医学与生理学奖”、“中国科学家屠呦呦”、“青蒿素”这一系列的关键词为我国天然植物提取物的研发注入了一针强心剂，提示我们天然植物提取物的相关研究仍然是当前医学研究的重要课题之一。而作为抗氧化剂，天然植物提取物因其抗氧化活性高，在抵御或减轻氧化应激对机体的危害、预防和治疗疾病、维持畜禽良好生产性能等多方面均表现出巨大的研究和应用价值。近年来，随着研究的深入，关于植物提取物抗畜禽氧化应激方面的报道也逐渐增多。具有抗氧化应激活性的天然植物提取物种类丰富，如多糖类、多酚类、多肽类、有机酸类、氨基酸类、皂苷类等。

2.1 多糖类

多糖（polysaccharide）是一类广泛存在于自然界中，结构中包含 10 个以上糖基以糖苷键相连而成的有机物质，主要来源于植物和食用菌等。作为一种有机大分子，有关多糖抗氧

化、抗衰老、抗肿瘤、抗炎症及提高免疫力等功能的相关研究报道较多[16-18]。在多年的研究中发现多糖对于物理、化学、生物性来源的多种 ROS 具有强烈的清除作用，所以近年来关于天然植物多糖抗应激作用的相关研究报道逐渐增多。Chen 等[19]研究显示，黄芪多糖对于过度运动应急模型小鼠具有一定的抗应激作用，其机制是通过提高试验小鼠机体抗氧化酶活性和增强其运动耐力来实现的。陈景杰等[20]研究报道，猴头菇多糖能够促进氧化应激状态下猪小肠上皮细胞的增殖和紧密连接（TJ）相关基因的表达，缓解脂多糖（LPS）诱导的氧化应激对猪小肠上皮细胞屏障功能的损伤。除此之外，天然植物多糖还可以通过提高机体免疫功能保护机体免受氧化应激损伤。例如，太子参多糖可以提高小鼠免疫器官指数，激活网状内皮系统吞噬功能及血清中溶血素含量，进而在应激环境中增强机体抵抗能力而达到抗应激的作用[21]；山药多糖可提高肝糖原储备、降低血清尿素氮及乳酸含量，通过增强机体体力而改善其免疫抵抗能力，最终提高抗应激能力[22]。研究证明具有免疫调节活性的多糖其结构中多含有葡聚糖类、果胶多糖类、木聚多糖类以及甘露聚糖类等结构，当这些多糖类物质结构中加上乙酰基和硫酸根基团时其免疫活性能够有巨大提升，从而可使机体在应激环境下的抵抗能力显著改善[23]。综上所述，天然多糖类物质主要是通过清除氧化自由基、提高机体自身抗氧化酶活性、与金属离子螯合、提高机体免疫力、增强机体抵抗能力而达到抗氧化应激的作用。

2.2 多酚类

研究报道显示，多酚类物质除具有抗氧化、抗衰老、降血脂、抗肿瘤等功能外，还具有预防应激导致的神经退行性疾病的作用[24-25]。含有多酚类化合物的植物广泛存在于自然界当中，且具有高效抗氧化活性，因此多酚类化合物也被称作是一类天然植物抗氧化剂。植物中的多酚类化合物大多是以酚羟基作为氢供体，对多种 ROS 起到高效清除的作用[26]，多酚类化合物还能与铁离子、铜离子等具有促进活性氧生成的金属离子发生螯合反应，进而保护机体免受氧化应激损伤[27-28]。例如，从白茶中提取所得的多酚类物质能够有效保护纹状体细胞免受过氧化氢（H_2O_2）诱导的氧化应激损伤[29]；丁香酚可显著降低机体应激所导致的血浆皮质酮、5′-羟色胺等激素水平的升高，还可以通过促进线粒体酶复合物活性、抑制乙酰胆碱酯酶活性而抑制氧化应激导致的机体神经损伤[30-31]。此外，金晓露[32]采用 H_2O_2 刺激 MAC-T 细胞构建奶牛乳腺上皮细胞氧化应激模型，在评价白藜芦醇的抗氧化应激作用时发现，添加了白藜芦醇的奶牛乳腺上皮细胞的总抗氧化能力显著提高，证明白藜芦醇可以保护乳腺上皮细胞抵御 H_2O_2 诱导的氧化损伤，并认为白藜芦醇可能是通过磷脂酰肌醇 3-激酶

（PI3K）/蛋白激酶 B（AKT）、细胞外调节蛋白激酶（ERK）通路影响核因子 E2 相关因子 2（Nrf2）-抗氧化反应元件（ARE）-抗氧化链来调控乳腺中的氧化还原平衡。

2.3 皂苷类

皂苷是一种重要的天然植物活性物质，根据其结构中苷元的化学结构不同，分为甾体皂苷和三萜皂苷两大类。百合科和薯蓣科植物中甾体皂苷类物质相对较多，五加科和伞形科植物中三萜皂苷类物质较多。目前对于皂苷类物质的抗氧化活性的报道较多，人参、红景天、西洋参、虎杖、灯盏花、三七、七叶、柴胡等植物中均发现有抗氧化活性较高的皂苷类物质[33]。潘龙[34]研究指出，柴胡皂苷可以优化瘤胃体外发酵参数，饲粮中添加柴胡提取物可以有效缓解奶牛热应激状态，提高奶牛泌乳性能。

2.4 氨基酸类

氨基酸类物质作为一种天然植物产物具有多种生物学活性，对氨基酸类物质抗应激活性的研究已有不少报道。研究发现哺乳动物中枢神经系统中的第二大氨基酸——牛磺酸[35]，具有抗氧化、抗炎、保护神经细胞等多种生物学作用[36]。吴振鸣等[37]研究显示，在肉鸡饮水中添加牛磺酸可以通过调节机体代谢，提高抗氧化能力，而起到对肉鸡热应激的保护作用，并可显著改善热应激诱发的氧化损伤。Reeta 等[38]使用链脲霉素（ICV-STZ）制造雄性 Wistar 大鼠脑室内认知障碍模型，研究牛磺酸对模型大鼠神经系统的保护作用时发现，在 Morris 水迷宫、高架加迷宫和被动回避试验中试验组大鼠的各种认识指标均优于对照组，显示牛磺酸可显著降低 ICV-STZ 导致的神经系统损伤。茶氨酸是茶叶中特有的一种游离氨基酸，其可通过减少谷氨酸释放抑制自主神经系统（ANS）和 HPA 轴的兴奋，从而起到保护神经系统、抵抗应激的作用[39]。研究还表明当机体处于焦虑和压力状态下时茶氨酸可显著抑制机体内唾液 α-淀粉酶（sAA）的活性，具有一定的减压和保护神经及调节神经递质活性的作用[40]。当机体长期处于应激状态下时会使大脑的学习和记忆能力以及认知功能受损。创伤性事件与一般应激源相比会对机体产生更大的应激反应，进而产生各种神经系统疾病[41]。氨基酸类抗应激活性成分可改善神经细胞损伤导致的大脑认知功能下降，从而起到神经系统的保护作用。

2.5 有机酸类

天然植物提取物中含有的有机酸类物质也具有较强的免疫活性和抗应激作用。例如，Santis 等[42]研究指出草珊瑚中所含有的有机酸类活性成分对应激模型小鼠具有显著地改善和固定应激导致的免疫下降状况，而作为免疫增强剂，草珊瑚中所含有的有机酸类物质可以通过提高自然杀伤（NK）细胞活性，增强应激状态下机体内淋巴细胞数量，通过提高免疫机能而起到抗应激的作用[43]。圣罗勒为药食两用芳香植物，其所含有的熊果酸是存在于天然植物中的一种五环三萜类化合物，研究发现其可抑制促肾上腺皮质激素释放激素受体 1（CRHR1）以及 11β-羟基类固醇脱氢酶 1（11β-HSD1）的活性，从而降低应激导致的神经系统损伤[41]。综上所述，有机酸类物质主要是通过改善内环境、增强免疫机能、抑制氧化损伤等途径实现其抗应激作用的，并且大多数情况下是通过协同作用完成的，但其发挥生物活性的具体成分组成和结构关系还不明确。

2.6 黄酮类

研究表明体内氧自由基过多或自由基清除过慢可导致细胞损伤与肝病、糖尿病、肿瘤等多种病变的产生[44]。黄酮类化合物广泛存在于自然界生物体内，其多数生理活性如抗癌、抗肿瘤、抗病毒、抗炎、抗敏等均与其超强的抗氧化、清除自由基的能力相关[45]。随着研究的不断深入，黄酮类化合物的抗氧化应激活性也逐渐得到人们的重视，其在畜禽抗氧化应激方面的应用也逐步得到深入研究与推广。例如，刘红煜等[46]研究显示，松针总黄酮可显著提高肝脏抗氧化酶的活性，并降低丙二醛（MDA）含量，在使肥胖大鼠的氧化应激状态得到显著改善，同时还具有调节血脂的作用；许二学[47]研究发现，在体外培养条件下添加槲皮素可以提高热应激下奶牛乳腺上皮细胞的活性和抗氧化能力，具有一定的抗热应激作用；占今舜等[48]指出，苜蓿黄酮在热应激下对体外培养的奶牛乳腺上皮细胞具有一定的保护作用。

除上述物质外，还有一些植物精油类、甙类、激素类物质以及复方植物提取物等也显示出一定的抗氧化应激活性。

3 小　结

虽然在畜禽中有关天然植物提取物抗氧化应激的研究报道已有很多，但由于天然活性成分提取纯化工艺复杂、使用以及保存方式要求较高、活性成分之间的协同或拮抗作用不确定、体内代谢途径以及长期影响不明确等因素，造成了天然植物提取物中抗应激生物活性成

分的深入研究受阻、在畜牧业养殖上实际推广不利，目前多数仍处在试验研究阶段。笔者认为后期研究不应仅仅局限于对某一种物质的提取或应用上，更应注重多种物质间的互作效应上，使用代谢组学、蛋白质组学等最新研究手段，从整体上寻求突破。相信随着化学以及机械科技的不断进步，简单、快捷、经济高效的天然植物提取物提取方法的建立以及高效稳定的活性成分的合成将会是天然植物提取物的研究方向之一。而经济且高效的天然植物提取物作为饲料添加剂不仅会解决如抗生素滥用、违规添加药物等诸多问题，也会为绿色生态畜牧业养殖开创新纪元。

参考文献：

[1]KHAN K N,KITAJIMA M,INOUE T,et al.Additive effects of inflammation and stress reaction on Toll-like receptor 4-mediated growth of endometriotic stromal cells[J].Human Reproduction,2013,28(10):2794–2803.

[2]THAKARE V N,DHAKANE V D,PATEL B M.Attenuation of acute restraint stress-induced depressive like behavior and hippocampal alterations with protocatechuic acid treatment in mice[J].Metabolic Brain Disease,2017,32(2):401–413.

[3]MOBERG G P.Biological response to stress:key to assessment of well-being[C]//MOBERG G P.Animal stress.Bethesda,Maryland:American Physiological Society,1985:27–49.

[4] CIEŚLAK M,ROMANOWICZ K,POLKOWSKA J,et al.The stress reaction in lambs at the start of sexual maturation[J].Reproductive Biology,2013,13(Suppl.1):14.

[5]SARAPULTSEV P A,CHUPAKHIN O N,MEDVEDEVA S U,et al.The impact of immunomodulator compound from the group of substituted thiadiazines on the course of stress reaction[J].International Immunopharmacology,2015,25(2):440–449.

[6]SORDILLO L M,CONTRERAS G A,AITKEN S L.Metabolic factors affecting the inflammatory response of periparturient dairy cows[J].Animal Health Research Reviews,2009,10(1):53–63.

[7]AITKEN S L,CORL C M,SORDILLO L M.Immunopathology of mastitis:insights into disease recognition and resolution[J].Journal of Mammary Gland Biology and Neoplasia,2011,16(4):291–304.

[8]陈丰,蒋宗勇,林映才,等.大豆异黄酮对哺乳母猪生产性能及抗氧化性能的影响[J].饲料博览,2010(8):1–5.

[9]MA X,LIN Y,ZHANG H,et al.Heat stress impairs the nutritional metabolism and reduces the productivity of egg-laying ducks[J].Animal Reproduction Science,2014,145(3/4):182–190.

[10]舒刚,林涛,汪开毓.抗热应激药物对肉种鸡生产性能的影响[J].饲料研究,2012(5):28–30.

[11]张志浩.氧化应激对肉鸡肠道黏膜屏障功能的影响以及缓解肠道氧化损伤物质的研究[D].硕士学位论文.济南:山东农业大学,2014.

[12]LU T,HARPER A F,ZHAO J,et al.Effects of a dietary antioxidant blend and vitamin E on growth performance,oxidative status,and meat quality in broiler chickens fed a diet high in oxidants[J].Poultry Science,2014,93(7):1649–1657.

[13]ARCHILE-CONTRERAS A C,PURSLOW P P.Oxidative stress may affect meat quality by interfering with collagen turnover by muscle fibroblasts[J].Food Research International,2011,44(2):582–588.

[14]满达,孙海洲,诺敏,等.日粮中添加抗氧化应激添加剂对羊肉品质的影响[J].家畜生态学报,2014,35(5):37–39.

[15] 陶新,许梓荣,汪以真.营养物质对生物自由基产生及清除影响的研究进展[J].中国畜牧杂志,2005,41(10):61–63.

[16]CAPRIOLI G,IANNARELLI R,INNOCENTI M,et al.Blue honeysuckle fruit (*Lonicera caerulea* L.) from eastern Russia:phenolic composition,nutritional value and biological activities of its polar extracts[J].Food & Function,2016,7(4):1892–1903.

[17]熊建文,蔡锦源,许金蓉.多糖的提取纯化技术及其活性功能的研究进展[J].食品工业,2014(3):234–236.

[18]JAWNA-ZBOIŃSKA K,BLECHARZ-KLIN K,JONIEC-MACIEJAK I,et al.*Passiflora incarnata* L. improves spatial memory,reduces stress,and affects neurotransmission in rats[J].Phytotherapy Research,2016,30(5):781–789.

[19]CHEN Z,LI S S,WANG X,et al.Protective effects of Radix pseudostellariae polysaccharides against exercise-induced oxidative stress in male rats[J].Experimental & Therapeutic Medicine,2013,5(4):1089–1092.

[20].陈景杰,陈新瑶,董星,等.猴头菇多糖对氧化应激状态下猪小肠上皮细胞紧密连接相关基因表达的影响[J].中国兽医科学,2017(1):128–134.

[21]刘训红,陈彬,王玉玺.太子参多糖抗应激和免疫增强作用的实验研究[J].江苏中医药,2000(10):51–52.

[22]金鑫.山药多糖对小鼠的抗应激作用研究[J].河南农业科学,2015,44(1):143–145.

[23]FERREIRA S S,PASSOS C P,MADUREIRA P,et al.Structure-function relationships of immunostimulatory polysaccharides:a review[J].Carbohydrate Polymers,2015,132:378–396.

[24]KANG J.Effects of tea polyphenols on athletes[C]//Proceedings of the international conference on machinery,materials and computing technology.[S.l.]:[s.n.],2017.

[25] MOOSAVI F,HOSSEINI R,SASO L,et al.Modulation of neurotrophic signaling pathways by polyphenols[J].Drug Design Development & Therapy,2016,10:23–42.

[26]LAMBERT J D,ELIAS R J.The antioxidant and pro-oxidant activities of green tea polyphenols:a role in cancer prevention[J]. Archives Biochemistry and Biophysics,2010,501(1):65–72.

[27] WU P F,ZHANG Z,WANG F,et al.Natural compounds from traditional medicinal herbs in the treatment of cerebral ischemia/reperfusion injury[J].Acta Pharmacologica Sinica,2010,31(12):1523–1531.

[28].王丹丹.三种植物提取物对 H_2O_2 诱导 PC12 细胞氧化损伤的保护作用研究[D].硕士学位论文.济南:山东师范大学,2016.

[29]ALMAJANO M P,VILA I,GINES S.Neuroprotective effects of white tea against oxidative stress-induced toxicity in striatal cells[J].Neurotoxicity Research,2011,20(4):372–378.

[30]GARABADU D,SHAH A,AHMAD A,et al.Eugenol as an anti-stress agent:modulation of hypothalamic-pituitary-adrenal axis and brain monoaminergic systems in a rat model of stress[J].Stress,2011,14(2):145–155.

[31]KUMAR A,AGGRAWAL A,POTTABATHINI R,et al.Possible neuroprotective mechanisms of clove oil against ICV-colchicine induced cognitive dysfunction[J].Pharmacological Reports,2016,68(4):764–772.

[32]金晓露.白藜芦醇抵御奶牛乳腺上皮细胞氧化应激的作用机制研究[D].博士学位论文.杭州:浙江大学,2016.

[33]王晶,刘春明,白鹤龙,等.中药中皂苷类化合物的抗氧化活性评价研究[J].时珍国医国药,2010,21(6):1485–1487.

[34]潘龙.柴胡提取物缓解奶牛热应激的应用效果研究[D].硕士学位论文.北京:中国农业科学院,2014.

[35]YAO X,HUANG H,ZHOU L,et al.Taurine promotes the cartilaginous differentiation of human umbilical cord-derived mesenchymal stem cells *in vitro*[J].Neurochemical Research,2017,42(8):23443–2353.

[36]ADEDARA I A,ABOLAJI A O,IDRIS U F,et al.Neuroprotective influence of taurine on fluoride-induced biochemical and behavioral deficits in rats[J].Chemico-Biological Interactions,2017,261:1–10.

[37]吴振鸣.牛磺酸对肉鸡热应激的保护作用研究[D].硕士学位论文.沈阳:沈阳农业大学,2017.

[38]REETA K H,SINGH D,GUPTA Y K.Chronic treatment with taurine after intracerebroventricular streptozotocin injection improves cognitive dysfunction in rats by modulating oxidative stress,cholinergic functions and neuroinflammation[J].Neurochemistry International,2017,108:146–156.

[39]UNNO K,TANIDA N,ISHII N,et al.Anti-stress effect of theanine on students during pharmacy practice:positive correlation among salivary α-amylase activity,trait anxiety and subjective stress[J].Pharmacology Biochemistry & Behavior,2013,111:128–135.

[40]MUEHLHAN M,HÖCKER A,HÖFLER M,et al.Stress-related salivary alpha-amylase (sAA) activity in alcohol dependent patients with and without a history of childhood maltreatment[J].Psychopharmacology,2017,234(12):1901–1909.

[41] RICHARD E J,ILLURI R,BETHAPUDI B,et al.Anti-stress activity of ocimum sanctum:possible effects on hypothalamic-pituitary-adrenal axis[J].Phytotherapy Research,2016,30(5):805–814.

[42]SANTIS A D.Neuroprotective effect of poly-unsaturated fatty acids:structure,dynamics and interaction with amyloid peptides of Omega-3 containing lipid bilayers[C]//Proceedings of the Euchems,2016.

[43]LIU J J,LI X C,JIAN L,et al.*Sarcandra glabra* (Caoshanhu) protects mesenchymal stem cells from oxidative stress:a bioevaluation and mechanistic chemistry[J].BMC Complementary & Alternative Medicine,2016,16:423.

[44]NISHIZAWA C,TAKESHITA K,UEDA J,et al.Hydroxyl radical generation caused by the reaction of singlet oxygen with a spin trap,DMPO,increases significantly in the presence of biological reductants[J].Free Radical Research,2004,38(4):385–392.

[45]IWASHINA T.Flavonoid function and activity to plants and other organisms[J].Biological Sciences in Space,2003,17(1):24–44.

[46]刘红煜,刘树民,于栋华,等.松针总黄酮抗氧化调血脂作用研究[J].中医药信息.2013,30(1):117–118.

[47]许二学.槲皮素对热应激下奶牛乳腺上皮细胞的影响[J].黑龙江畜牧兽医,2017(9):209–211.

[48]占今舜,魏明吉,苏效双,等.苜蓿黄酮对热应激下体外培养奶牛乳腺上皮细胞凋亡的影响[J].草业学报,2016,25(4):159–165.

Research Progress of Natural Plant Extracts in Animal Oxidative Stress

SA Ruli[1] YANG Bin[2*] AO Changjin[1]

(1. *Inner Monglia Agricultural University, Inner Monglia, Huhhot* 010018, *China*; 2. *Inner Monglolia Academy of Agricultural and Animal Husbandry Sciences, Inner Monglia, Huhhot* 010031, *China*)

Abstract: In the situation of animal husbandry transformation and upgrading, how to reduce and control the oxidative stress in animal body has become one of the problems to be solved. Compared with chemically synthesized drugs, natural plant extracts have the advantages of safety and high efficiency, low residue, toxic side effects and so on. It has great research value and development potential for reducing livestock disease and improving production performance as an anti-stress agent for livestock and poultry. In this paper, we summarize the anti-stress components of natural plant extracts and their action pathways, to providing references for the research and development of natural anti-stress active ingredients and livestock anti-stress agents.

Key words: plant extracts; anti-stress; oxidative stress

*Corresponding author, assistant professor, E-mail: yangbin@imaaahs.ac.cn (责任编辑　菅景颖)